

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-243418

(P2000-243418A)

(43) 公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 M 8/04

識別記号

F I

H 0 1 M 8/04

テーマコード(参考)

K 5 H 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願平11-44200

(22) 出願日

平成11年2月23日(1999.2.23)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 野々部 康宏

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動

車株式会社内

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

Fターム(参考) 5H027 AA06 CC06 KK00 KK46 KK48

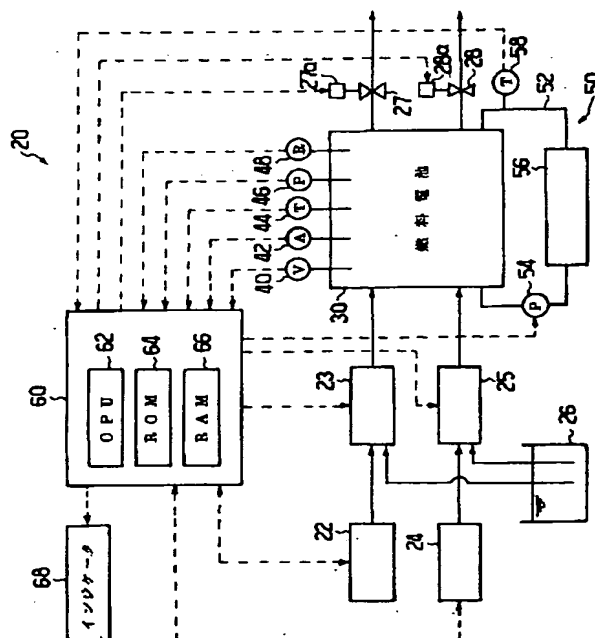
KK51 KK54 KK56 MM08 MM16

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 固体高分子型燃料電池において電解質膜の加湿状態をより正確に判定し、電解質膜の加湿状態が適正な範囲になるよう調節する。

【解決手段】 電流計42により検出される燃料電池30から出力される電流が所定値のときに抵抗値検出器48により検出される燃料電池30の抵抗の微分値により燃料電池30の電解質膜の加湿状態を判定する。燃料電池30は、導電性の電極やセパレータと、プロトン導電性の電解質膜とが積層されており、電極やセパレータの導電性は加湿状態に影響は受けないが、電解質膜はその加湿状態によりプロトン導電性が大きく変化する。したがって、燃料電池30の抵抗の変化率(微分値)は、電解質膜のプロトン導電性の変化率を直接表わすことになる。この結果、電解質膜の加湿状態をより正確に判定することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムであって、前記燃料電池にガス状の燃料を供給すると共に該燃料電池へ供給する該燃料の圧力を調整する燃料供給手段と、前記燃料電池に供給される前記燃料を加湿する加湿手段と、前記燃料電池から出力される電流を検出する電流検出手段と、電流掃引時の前記燃料電池の抵抗を検出する抵抗検出手段と、前記電流検出手段により検出される電流と前記抵抗検出手段により検出される抵抗とに基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する加湿状態判定手段とを備える燃料電池システム。

【請求項2】 前記加湿状態判定手段は、前記電流検出手段により検出された電流の値が所定値のときの前記抵抗検出手段により検出された抵抗の値の時間変化に基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する手段である請求項1記載の燃料電池システム。

【請求項3】 前記加湿状態判定手段は、前記時間変化が所定範囲を上回るときに前記電解質は加湿不足と判定し、前記時間変化が前記所定範囲を下回るときに前記電解質は加湿過剰と判定する手段である請求項2記載の燃料電池システム。

【請求項4】 電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムであって、前記燃料電池にガス状の燃料を供給すると共に該燃料電池へ供給する該燃料の圧力を調整する燃料供給手段と、前記燃料電池に供給される前記燃料を加湿する加湿手段と、前記燃料電池から出力される電流を検出する電流検出手段と、前記燃料電池から出力される電圧を検出する電圧検出手段と、前記燃料電池に供給される前記燃料の供給量を変更する燃料供給量変更手段と、該燃料供給量変更手段により前記燃料の供給量が増えられたときの前記電流検出手段により検出される電流と前記電圧検出手段により検出される電圧とに基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する加湿状態判定手段とを備える燃料電池システム。

【請求項5】 前記加湿状態判定手段は、前記燃料供給量変更手段により前記燃料の供給量が増えられたときであって前記電流検出手段により検出された電流の値が所定値のときの前記電圧検出手段により検出された電圧の値の時間変化に基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する手段である請求項4記載の燃料電池システム。

【請求項6】 前記加湿状態判定手段は、前記時間変化が所定範囲を上回るときに前記電解質は加湿不足と判定し、前記時間変化が前記所定範囲を下回るときに前記電解質は加湿過剰と判定する手段である請求項5記載の燃料電池システム。

【請求項7】 電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムであって、前記燃料電池にガス状の燃料を供給すると共に該燃料電池へ供給する該燃料の圧力を調整する燃料供給手段と、前記燃料電池に供給される前記燃料を加湿する加湿手段と、前記燃料電池から出力される電圧を検出する電圧検出手段と、前記燃料電池に供給される前記燃料の供給量を変更する燃料供給量変更手段と、該燃料供給量変更手段により燃料の供給量が増えられた前後に前記電圧検出手段により検出される電圧に基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する加湿状態判定手段とを備える燃料電池システム。

【請求項8】 前記加湿状態判定手段は、前記燃料供給量変更手段により燃料の供給量が増えられた前に前記電圧検出手段により検出された電圧が該燃料供給量変更手段により燃料の供給量が増えられた後に該電圧検出手段により検出された電圧より大きいときに加湿不足と判定する手段である請求項7記載の燃料電池システム。

【請求項9】 電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムであって、前記燃料電池にガス状の燃料を供給すると共に該燃料電池へ供給する該燃料の圧力を調整する燃料供給手段と、前記燃料電池に供給される前記燃料を加湿する加湿手段と、前記燃料電池を構成する各単電池または同数の単電池からなる各電池モジュールの電圧を検出する電圧検出手段と、前記燃料電池に供給される前記燃料の供給量を変更する燃料供給量変更手段と、該燃料供給量変更手段により燃料の供給量が増えられた前後に前記電圧検出手段により検出される各単電池または各電池モジュールの電圧のバラツキに基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する加湿状態判定手段とを備える燃料電池システム。

【請求項10】 前記加湿状態判定手段は、前記燃料供給量変更手段により燃料の供給量が増えられた前に前記電圧検出手段により検出された各単電池または各電池モジュールの電圧のバラツキが該燃料供給量変更手段により燃料の供給量が増えられた後に該電圧検出手段により検出された各単電池または各電池モジュールの電圧のバラツキより大きいときに加湿過剰と判定する手段である

請求項9記載の燃料電池システム。

【請求項11】 前記加湿状態判定手段による判定に基づいて前記加湿手段による前記燃料の加湿を制御する加湿制御手段を備える請求項1ないし10いずれか記載の燃料電池システム。

【請求項12】 前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記加湿手段による前記燃料の加湿量を増加する手段である請求項1記載の燃料電池システム。

【請求項13】 前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記燃料供給手段により前記燃料電池へ供給される前記燃料の圧力を増加する手段である請求項1記載の燃料電池システム。

【請求項14】 請求項1記載の燃料電池システムであって、前記燃料電池の運転温度を制御する運転温度制御手段を備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記運転温度制御手段による前記燃料電池の運転温度を低下させる手段である燃料電池システム。

【請求項15】 前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記燃料供給手段による前記燃料電池への前記燃料の供給量を低減する手段である請求項1記載の燃料電池システム。

【請求項16】 前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたとき、前記加湿手段による前記燃料の加湿量を低減する手段である請求項1記載の燃料電池システム。

【請求項17】 前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたとき、前記燃料供給手段により前記燃料電池へ供給される前記燃料の圧力を低下させる手段である請求項1記載の燃料電池システム。

【請求項18】 請求項1記載の燃料電池システムであって、前記燃料電池の運転温度を制御する運転温度制御手段を備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたとき、前記運転温度制御手段による前記燃料電池の運転温度を上昇させる手段である燃料電池システム。

【請求項19】 前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたとき、前記燃料供給手段による前記燃料電池への前記燃料の供給量を増加する手段である請求項1記載の燃料電池システム。

【請求項20】 前記加湿制御手段による前記燃料の加湿制御を所定時間行なったにも拘わらず前記加湿状態判定手段により加湿不足または加湿過剰と判定されたとき

に、前記燃料電池システムの異常を検出する異常検出手段を備える請求項1ないし19いずれか記載の燃料電池システム。

【請求項21】 前記異常検出手段により異常を検出したとき、該異常を出力する異常出力手段を備える請求項20記載の燃料電池システム。

【請求項22】 前記異常検出手段により異常を検出したとき、前記燃料電池システムの運転を停止する異常時運転停止手段を備える請求項20または21記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池システムに関し、詳しくは、電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の燃料電池システムとしては、固体高分子型の燃料電池の温度と燃料電池から出力される電圧とに基づいて電解質膜に含まれる水分量の不足を判定するものや、燃料電池の温度と燃料電池から出力される電圧の変化量をパラメータとして導出される電流閾値と燃料電池から出力される電流とに基づいて電解質膜に含まれる水分量の不足を判定するものが提案されている（例えば、特開平7-272736号公報など）。このシステムでは、燃料電池の反応温度と燃料電池から出力される電圧の許容最低電圧との関係のテーブルを用いて検出した燃料電池の反応温度から対応する許容最低電圧を導出し、これを閾値として燃料電池から出力される電圧と比較し、電圧が閾値より小さいときに電解質膜に含まれる水分量が不足していると判定している。また、このシステムでは、燃料電池の温度と燃料電池から出力される電圧の変化量をパラメータとして最大許容電流値を閾値として導出し、この閾値と燃料電池から出力される電流とを比較し、電流が閾値より大きいときに電解質膜に含まれる水分量が不足していると判定している。そして、このシステムでは、電解質膜に含まれる水分量が不足していると判定されたときには、負荷に供給する電流を制限している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の燃料電池システムでは、電解質膜の水分量が燃料電池の温度や燃料ガスの圧力、燃料ガスの供給量などの影響を大きく受けることから、電解質膜の水分量の判定の精度が低くなるという問題があった。また、上述の燃料電池システムでは、電解質膜の水分量が不足していると判定されたときには負荷に供給する電流を制限して電解質膜をその破損から保護しているが、電解質膜の水分量を適切な範囲にすることができないという問題もあった。

【0004】本発明の燃料電池システムは、電解質膜の

加湿状態をより正確に判定することを目的の一つとする。また、本発明の燃料電池システムは、電解質膜の加湿状態が適正な範囲になるよう調節することを目的の一つとする。さらに、本発明の燃料電池システムは、電解質膜の加湿状態を適正な範囲に調節できないときに異常として判定すると共にこの異常を判定したときには電解質膜をその破損から保護することをも目的の一つとする。

【0005】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の燃料電池システムは、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を採った。

【0006】本発明の第1の燃料電池システムは、電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムであって、前記燃料電池にガス状の燃料を供給すると共に該燃料電池へ供給する該燃料の圧力を調整する燃料供給手段と、前記燃料電池に供給される前記燃料を加湿する加湿手段と、前記燃料電池から出力される電流を検出する電流検出手段と、電流掃引時の前記燃料電池の抵抗を検出する抵抗検出手段と、前記電流検出手段により検出される電流と前記抵抗検出手段により検出される抵抗とに基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する加湿状態判定手段とを備えることを要旨とする。

【0007】この本発明の第1の燃料電池システムでは、加湿状態判定手段が、電流検出手段により検出される燃料電池から出力される電流と抵抗検出手段により検出される電流掃引時の燃料電池の抵抗とに基づいて電解質膜の加湿状態を判定する。この判定は、燃料電池の抵抗が電解質膜の加湿状態によって大きく変化することに基づく。なお、燃料には、電解質膜を挟持する二つの電極のいずれか一方に供給されるものや二つの電極の双方に供給されるものも含まれる。この燃料の意味は、以下の本発明の第2ないし第4の燃料電池システムにおいても同様である。

【0008】こうした本発明の第1の燃料電池システムによれば、燃料電池から出力される電流と電解質膜の加湿状態により直接的に定まる燃料電池の抵抗とに基づいて判定するから、電解質膜の加湿状態をより正確に判定することができる。

【0009】この本発明の第1の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段は、前記電流検出手段により検出された電流の値が所定値のときの前記抵抗検出手段により検出された抵抗の値の時間変化に基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する手段であるものとする。こうすれば、同一の電流を掃引しているときの燃料電池の抵抗の値に基づいて判定されるから、より正確に電解質膜の加湿状態を判定することができる。この態様の本発明の第1の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段は、前記時間変化が所定範囲を上

回るときに前記電解質は加湿不足と判定し、前記時間変化が前記所定範囲を下回るときに前記電解質は加湿過剰と判定する手段であるものとする。こともできる。

【0010】本発明の第2の燃料電池システムは、電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムであって、前記燃料電池にガス状の燃料を供給すると共に該燃料電池へ供給する該燃料の圧力を調整する燃料供給手段と、前記燃料電池に供給される前記燃料を加湿する加湿手段と、前記燃料電池から出力される電流を検出する電流検出手段と、前記燃料電池から出力される電圧を検出する電圧検出手段と、前記燃料電池に供給される前記燃料の供給量を変更する燃料供給量変更手段と、該燃料供給量変更手段により前記燃料の供給量が増えたり減ったりしたときの前記電流検出手段により検出される電流と前記電圧検出手段により検出される電圧とに基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する加湿状態判定手段とを備えることを要旨とする。

【0011】この本発明の第2の燃料電池システムでは、加湿状態判定手段が、燃料供給量変更手段により燃料電池への燃料の供給量が増えたり減ったりしたときの電流検出手段により検出される燃料電池から出力される電流と電圧検出手段により検出される燃料電池から出力される電圧とに基づいて電解質膜の加湿状態を判定する。この判定は、燃料電池への燃料の供給量の変更が電解質膜の加湿状態に影響を与えることに基づく。

【0012】こうした本発明の燃料電池システムによれば、電解質膜の加湿状態に影響を与える因子である燃料電池への燃料の供給量と電流と電圧とに基づいて判定するから、電解質膜の加湿状態をより正確に判定することができる。

【0013】この本発明の第2の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段は、前記燃料供給量変更手段により前記燃料の供給量が増えたり減ったりしたときであって前記電流検出手段により検出された電流の値が所定値のときの前記電圧検出手段により検出された電圧の値の時間変化に基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する手段であるものとする。こうすれば、同一の電流のときの電圧の時間変化に基づいて判定されるから、より正確に電解質膜の加湿状態を判定することができる。この態様の本発明の第2の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段は、前記時間変化が所定範囲を上回るときに前記電解質は加湿不足と判定し、前記時間変化が前記所定範囲を下回るときに前記電解質は加湿過剰と判定する手段であるものとする。こともできる。

【0014】本発明の第3の燃料電池システムは、電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムであって、前記燃料電池にガス状の燃料を供給すると共に該燃料電池へ供給する該燃料の圧力を調

整する燃料供給手段と、前記燃料電池に供給される前記燃料を加湿する加湿手段と、前記燃料電池から出力される電圧を検出する電圧検出手段と、前記燃料電池に供給される前記燃料の供給量を変更する燃料供給量変更手段と、該燃料供給量変更手段により燃料の供給量が増加される前後に前記電圧検出手段により検出される電圧に基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する加湿状態判定手段とを備えることを要旨とする。

【0015】この本発明の第3の燃料電池システムでは、加湿状態判定手段が、燃料供給量変更手段により燃料電池への燃料の供給量が増加される前後に電圧検出手段により検出される燃料電池から出力される電圧に基づいて電解質膜の加湿状態を判定する。この判定は、燃料電池への燃料の供給量の変更が電解質膜の加湿状態に影響を与えることに基づく。

【0016】こうした本発明の第3の燃料電池システムによれば、電解質膜の加湿状態に影響を与える因子である燃料電池への燃料の供給量と電圧とに基づいて判定するから、電解質膜の加湿状態をより正確に判定することができる。

【0017】この本発明の第3の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段は、前記燃料供給量変更手段により燃料の供給量が増加される前に前記電圧検出手段により検出された電圧が該燃料供給量変更手段により燃料の供給量が増加された後に該電圧検出手段により検出された電圧より大きいときに加湿不足と判定する手段であるものとすることもできる。

【0018】本発明の第4の燃料電池システムは、電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムであって、前記燃料電池にガス状の燃料を供給すると共に該燃料電池へ供給する該燃料の圧力を調整する燃料供給手段と、前記燃料電池に供給される前記燃料を加湿する加湿手段と、前記燃料電池を構成する各単電池または同数の単電池からなる各電池モジュールの電圧を検出する電圧検出手段と、前記燃料電池に供給される前記燃料の供給量を変更する燃料供給量変更手段と、該燃料供給量変更手段により燃料の供給量が増加される前後に前記電圧検出手段により検出される各単電池または各電池モジュールの電圧のバラツキに基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する加湿状態判定手段とを備えることを要旨とする。

【0019】この本発明の第4の燃料電池システムでは、加湿状態判定手段が、燃料供給量変更手段により燃料電池への燃料の供給量が増加される前後に電圧検出手段により検出される燃料電池を構成する各単電池または各電池モジュールの電圧のバラツキに基づいて電解質膜の加湿状態を判定する。この判定は、燃料電池への燃料の供給量の変更が電解質膜の加湿状態に影響を与えること及び電解質膜の加湿状態が各単電池や各電池モジュール

の電圧のバラツキとして表われることに基づく。

【0020】こうした本発明の第4の燃料電池システムによれば、電解質膜の加湿状態に影響を与える因子である燃料電池への燃料の供給量と電解質膜の加湿状態を反映する各単電池または各電池モジュールの電圧とに基づいて判定するから、電解質膜の加湿状態をより正確に判定することができる。

【0021】この本発明の第4の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段は、前記燃料供給量変更手段により燃料の供給量が増加される前に前記電圧検出手段により検出された各単電池または各電池モジュールの電圧のバラツキが該燃料供給量変更手段により燃料の供給量が増加された後に該電圧検出手段により検出された各単電池または各電池モジュールの電圧のバラツキより大きいときに加湿過剰と判定する手段であるものとすることもできる。

【0022】これら各態様を含め本発明の第1ないし第4の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段による判定に基づいて前記加湿手段による前記燃料の加湿を制御する加湿制御手段を備えるものとすることもできる。こうすれば、電解質膜の加湿状態に基づいて電解質膜の加湿状態を調節することができる。

【0023】この加湿制御手段を備える本発明の第1ないし第4の燃料電池システムにおいて、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記加湿手段による前記燃料の加湿量を増加する手段であるものとすることもできる。こうすれば、電解質膜の加湿不足を解消することができる。

【0024】また、加湿制御手段を備える本発明の第1ないし第4の燃料電池システムにおいて、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記燃料供給手段により前記燃料電池へ供給される前記燃料の圧力を増加する手段であるものとすることもできる。こうすれば、燃料の圧力の増加に伴って燃料中の水蒸気圧も増加するから、電解質膜の加湿不足を解消することができる。

【0025】さらに、加湿制御手段を備える本発明の第1ないし第4の燃料電池システムにおいて、前記燃料電池の運転温度を制御する運転温度制御手段を備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記運転温度制御手段による前記燃料電池の運転温度を低下させる手段であるものとすることもできる。こうすれば、燃料電池の運転温度の低下により燃料の温度も低下し、これに伴って燃料中の水蒸気圧が高くなるから、電解質膜の加湿不足を解消することができる。

【0026】あるいは、加湿制御手段を備える本発明の第1ないし第4の燃料電池システムにおいて、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記燃料供給手段による前記燃料電池へ

の前記燃料の供給量を低減する手段であるものとする  
こともできる。こうすれば、燃料の供給量の低減に伴って  
電解質膜の水分の蒸発が抑制されるから、電解質膜の加  
湿不足を解消することができる。

【0027】加湿制御手段を備える本発明の第1ないし  
第4の燃料電池システムにおいて、前記加湿制御手段  
は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定された  
とき、前記加湿手段による前記燃料の加湿量を低減する  
手段であるものとすることもできる。こうすれば、電解  
質膜の加湿過剰を解消することができる。

【0028】また、加湿制御手段を備える本発明の第1  
ないし第4の燃料電池システムにおいて、前記加湿制御  
手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定さ  
れたとき、前記燃料供給手段により前記燃料電池へ供給  
される前記燃料の圧力を低下させる手段であるものとし  
ることもできる。こうすれば、燃料の圧力の低下に伴っ  
て燃料中の水蒸気圧も低下するから、電解質膜の加湿過  
剰を解消することができる。

【0029】さらに、加湿制御手段を備える本発明の第  
1ないし第4の燃料電池システムにおいて、前記燃料電池  
の運転温度を制御する運転温度制御手段を備え、前記  
加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰  
と判定されたとき、前記運転温度制御手段による前記燃  
料電池の運転温度を上昇させる手段であるものとするこ  
ともできる。こうすれば、燃料電池の運転温度の上昇に  
より燃料の温度も上昇し、これに伴って燃料中の水蒸気  
圧が低くなるから、電解質膜の加湿過剰を解消すること  
ができる。

【0030】あるいは、加湿制御手段を備える本発明の  
第1ないし第4の燃料電池システムにおいて、前記加湿  
制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判  
定されたとき、前記燃料供給手段による前記燃料電池へ  
の前記燃料の供給量を増加する手段であるものとするこ  
ともできる。こうすれば、燃料の供給量の増加に伴って  
電解質膜の水分の蒸発が促進されるから、電解質膜の加  
湿過剰を解消することができる。

【0031】これら各態様を含め、加湿制御手段を備え  
る本発明の第1ないし第4の燃料電池システムにおい  
て、前記加湿制御手段による前記燃料の加湿制御を所定  
時間行なったにも拘わらず前記加湿状態判定手段により  
加湿不足または加湿過剰と判定されたときに、前記燃料  
電池システムの異常を検出する異常検出手段を備えるも  
のとすることもできる。こうすれば、燃料電池の異常を  
検出することができる。この態様の本発明の第1ないし  
第4の燃料電池システムにおいて、前記異常検出手段に  
より異常を検出したとき、該異常を出力する異常出力手  
段を備えるものとすることもできる。こうすれば、操作  
者は燃料電池に異常が発生したのを迅速に知ることがで  
きる。こうした異常検出手段を備える本発明の第1ない  
し第4の燃料電池システムにおいて、前記異常検出手段

により異常を検出したとき、前記燃料電池システムの運  
転を停止する異常時運転停止手段を備えるものとするこ  
ともできる。こうすれば、異常に運転を継続することに  
より生じる可能性のある燃料電池の破損等を防止するこ  
とができる。

【0032】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実施  
例を用いて説明する。図1は、本発明の一実施例である  
燃料電池システムの構成の概略を示す構成図である。図  
示するように、実施例の燃料電池システム20は、水素  
を含有する燃料ガスを供給する燃料ガス供給装置22  
と、この燃料ガス供給装置22から供給される燃料ガス  
を加湿する燃料ガス加湿器23と、酸素を含有する酸化  
ガス（例えば、空気）を供給する酸化ガス供給装置24  
と、この酸化ガス供給装置24から供給される酸化ガス  
を加湿する酸化ガス加湿器25と、燃料ガスと酸化ガス  
との供給を受けて発電する固体高分子型の燃料電池30  
と、燃料電池30を冷却する冷却装置50と、燃料電池  
システム20の運転をコントロールする電子制御ユニッ  
ト60とを備える。

【0033】燃料ガス供給装置22は、水素を含有する  
燃料ガスを供給する装置であり、例えば、メタノールや  
メタンなどの炭化水素系の燃料を改質して水素リッチな  
燃料ガスを供給する改質器としてもよく、水素を含有す  
る燃料ガスを貯蔵する燃料ガス貯蔵タンクとしてもよい。  
酸化ガス供給装置24は、酸素を含有する酸化ガス  
を供給する装置であり、単に空気を供給するエアポンプ  
としてもよく、空気以外の酸化ガスを貯蔵する酸化ガス  
貯蔵タンクとしてもよい。なお、燃料ガス供給装置22  
および酸化ガス供給装置24は、信号ラインで電子制御  
ユニット60に接続されており、電子制御ユニット60  
によって燃料ガスの供給量や酸化ガスの供給量が制御さ  
れるようになっている。

【0034】燃料ガス加湿器23および酸化ガス加湿器  
25は、水タンク26から汲み上げた水を気化させて燃  
料ガスや酸化ガスに供給する加湿器である。この燃料ガ  
ス加湿器23および酸化ガス加湿器25は、信号ライン  
で電子制御ユニット60に接続されており、電子制御ユ  
ニット60によって燃料ガスの加湿量や酸化ガスの加湿  
量が制御されるようになっている。

【0035】燃料電池30は、単電池31を複数積層し  
て構成される固体高分子型の燃料電池である。図2に燃  
料電池30を構成する単電池31の概略構成を示す。図  
示するように、単電池31は、フッ素系樹脂などの高分  
子材料により形成されたプロトン導電性の膜体である電  
解質膜32と、白金または白金と他の金属からなる合金  
の触媒が練り込められたカーボンプラスチックにより形成され  
触媒が練り込められた面で電解質膜32を挟持してサンド  
イッチ構造を構成するガス拡散電極としてのアノード  
33およびカソード34と、このサンドイッチ構造を両

10

20

30

40

50

側から挟みつつアノード33およびカソード34とで燃料ガスや酸化ガスの流路36, 37を形成すると共に隣接する単電池31との間の隔壁をなす2つのセパレータ35とにより構成されている。

【0036】燃料電池30には、燃料電池30から出力される電圧Vを検出する電圧計40や燃料電池30から出力される電流Iを検出する電流計42、燃料電池30の温度を検出する燃料電池温度センサ44、燃料ガスおよび酸化ガスのガス圧Pを検出する圧力センサ46、燃料電池30の抵抗値を検出する抵抗値検出器48などが取り付けられている。これらのセンサは信号ラインにより電子制御ユニット60に接続されている。ここで、燃料電池30の抵抗値を検出するものとしては、燃料電池30の出力端子に交流電圧を作用させたときの電流値から求めるものなどが知られている。燃料電池30の抵抗は、前述の燃料電池30の構成から判断すると、アノード33やカソード34、セパレータ35の抵抗と、電解質膜32のプロトン導電性に基づく抵抗とに大別される。アノード33やカソード34、セパレータ35は導電性材料により形成されているから、加湿されているか否かによってはその抵抗値を変化させない。一方、電解質膜32は、湿润状態であるか否かによってプロトン導電性が著しく変化する。したがって、燃料電池30の抵抗値は、電解質膜32の保湿状態を反映することになる。

【0037】燃料電池30の燃料ガスおよび酸化ガスの排出管には、それぞれ圧力調節バルブ27, 28が取り付けられており、燃料電池30内の燃料ガスや酸化ガスのガス圧を調節できるようになっている。なお、圧力調節バルブ27, 28の各アクチュエータ27a, 28aは信号ラインにより電子制御ユニット60に接続されており、電子制御ユニット60による駆動制御を受ける。

【0038】冷却装置50は、燃料電池30内部に備えられている冷却板と、この冷却板に形成された冷却水の流路と共に循環管路を形成する冷却水管路52と、冷却水管路52に取り付けられ外気との熱交換により冷却水を冷却する熱交換器56と、冷却水を循環管路に循環させる冷却水用ポンプ54と、冷却水管路52の燃料電池30の出口付近における冷却水の温度を検出する冷却水温度センサ58とを備える。冷却水用ポンプ54と冷却水温度センサ58は信号ラインにより電子制御ユニット60に接続されており、燃料電池30の冷却の制御が電子制御ユニット60によって行なわれるようになっている。即ち、冷却水温度センサ58により検出される冷却水の温度に基づいて冷却水用ポンプ54が駆動され、冷却水の循環流量の制御がなされるのである。

【0039】電子制御ユニット60は、CPU62を中心として構成されたワンチップマイクロプロセッサとして構成されており、処理プログラムを記憶したROM64と、一時的にデータを記憶するRAM66と、入出力

ポート（図示せず）とを備える。この電子制御ユニット60には、図示しない流量計や温度計などからの燃料ガス供給装置22や酸化ガス供給装置24から供給される燃料ガスや酸化ガスの供給量や温度、燃料ガス加湿器23や酸化ガス供給装置24の運転状態、電圧計40からの燃料電池30から出力される電圧V、電流計42からの燃料電池30から出力される電流I、燃料電池温度センサ44からの燃料電池の温度、圧力センサ46からの燃料電池30の燃料ガスや酸化ガスのガス圧P、抵抗値検出器48からの燃料電池30の抵抗、冷却水温度センサ58からの冷却水の温度などが入力ポートを介して入力されている。また、電子制御ユニット60からは、燃料ガス供給装置22や酸化ガス供給装置24への駆動信号、燃料ガス加湿器23や酸化ガス加湿器25への駆動信号、冷却水用ポンプ54への駆動信号、インジケータ68への点灯信号などが出力ポートを介して出力されている。

【0040】次に、こうして構成された燃料電池システム20の動作、特に燃料電池30の加湿の制御について説明する。図3は、実施例の燃料電池システム20の電子制御ユニット60により実行される加湿制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、燃料電池システム20が始動された直後からその運転が停止されるまで所定時間毎に繰り返し実行される。

【0041】この加湿制御ルーチンが実行されると、CPU62は、まず電解質膜32の加湿状態を判定する処理を実行する（ステップS100）。この判定処理は、図4ないし図7に例示する加湿状態判定処理ルーチンにより行なわれるが、これらの判定処理の詳細な説明については後述する。なお、この判定処理では、「適正加湿」と「加湿不足」と「加湿過剰」とが結果として出力される。

【0042】この加湿状態の判定処理による判定が「適正加湿」であるときにはカウンタC1とC2とをリセットし（ステップS102～S106）、「加湿不足」のときには電解質膜32の加湿不足を解消する処理を実行すると共にカウンタC1をインクリメントし（ステップS108, S110）、「加湿過剰」のときには電解質膜32の加湿過剰を解消する処理を実行すると共にカウンタC2をインクリメントする（ステップS112, S114）。

【0043】ここで、電解質膜32の加湿不足を解消する処理としては、燃料ガス加湿器23や酸化ガス加湿器25による燃料ガスや酸化ガスの加湿量を増加する処理や圧力調節バルブ27, 28を締め込んで燃料電池30内の燃料ガスや酸化ガスのガス圧Pを高くする処理、冷却装置50の冷却水用ポンプ54による冷却水の循環流量を増やして燃料電池30の運転温度を低くする処理、燃料ガス供給装置22や酸化ガス供給装置24から燃料電池30に供給される燃料ガスや酸化ガスの供給量を低



減する処理などを行なうのである。これらの処理のうち、燃料ガスや酸化ガスの加湿量を増加する処理は燃料ガスや酸化ガスの加湿量を増加することにより直接的に電解質膜32の加湿不足を解消するものであり、燃料ガスや酸化ガスのガス圧Pを高くする処理はガス圧の増加に伴って燃料ガスや酸化ガスの中の水蒸気圧も増加することに基いて電解質膜32の加湿不足を解消するものであり、燃料電池30の運転温度を低くする処理は燃料電池30の運転温度の低下により燃料ガスや酸化ガスの温度も低下し、これに伴って燃料ガスや酸化ガスの中の水蒸気圧が高くなることに基いて電解質膜32の加湿不足を解消するものであり、燃料ガスや酸化ガスの供給量を低減する処理は燃料ガスや酸化ガスの供給量の低減に伴って電解質膜32の水分の蒸発が抑制されることに基いて電解質膜32の加湿不足を解消するものである。このように電解質膜32の加湿不足を解消する処理は複数あるが、これらの処理のうちの一つを行なうものとしてもよく、複数を組み合わせて行なうものとしてもよい。また、これらの処理の一つ又は複数を加湿制御ルーチンが実行される毎に順次代えて行なうものとしてもよい。

【0044】また、電解質膜32の加湿過剰を解消する処理としては、燃料ガス加湿器23や酸化ガス加湿器25による燃料ガスや酸化ガスの加湿量を低減する処理や圧力調節バルブ27、28を開いて燃料電池30内の燃料ガスや酸化ガスのガス圧Pを低くする処理、冷却装置50の冷却水用ポンプ54による冷却水の循環流量を減らして燃料電池30の運転温度を高くする処理、燃料ガス供給装置22や酸化ガス供給装置24から燃料電池30に供給される燃料ガスや酸化ガスの供給量を増加する処理などを行なうのである。これらの処理のうち、燃料ガスや酸化ガスの加湿量を低減する処理は燃料ガスや酸化ガスの加湿量を低減することにより直接的に電解質膜32の加湿過剰を解消するものであり、燃料ガスや酸化ガスのガス圧Pを低くする処理はガス圧の低下に伴って燃料ガスや酸化ガスの中の水蒸気圧も低下することに基いて電解質膜32の加湿過剰を解消するものであり、燃料電池30の運転温度を高くする処理は燃料電池30の運転温度の上昇により燃料ガスや酸化ガスの温度も上昇し、これに伴って燃料ガスや酸化ガスの中の水蒸気圧が低くなることに基いて電解質膜32の加湿不足を解消するものであり、燃料ガスや酸化ガスの供給量を増加する処理は燃料ガスや酸化ガスの供給量の増加に伴って電解質膜32の水分の蒸発が促進されることに基いて電解質膜32の加湿過剰を解消するものである。このように電解質膜32の加湿過剰を解消する処理も複数あるが、これらの処理のうちの一つを行なうものとしてもよく、複数を組み合わせて行なうものとしてもよい。また、これらの処理の一つ又は複数を加湿制御ルーチンが実行される毎に順次代えて行なうものとしてもよい。

【0045】カウンタC1は、図3の加湿制御ルーチンが繰り返して実行されたときに電解質膜32の加湿不足を解消する処理を続けて行なったときにインクリメントされるものであり、加湿不足を解消する処理の連続処理回数をカウントする。カウンタC2は、電解質膜32の加湿過剰を解消する処理の連続処理回数をカウントするものである。

【0046】このように電解質膜32の加湿状態の判定結果に基づいて加湿不足や加湿過剰を解消する処理などを行なうと、CPU62はカウンタC1、C2のいずれかが閾値Cref以上になっていないかを判定する（ステップS116）。閾値Crefは、電解質膜32の加湿不足や加湿過剰を解消するための処理を充分行なったと判断するのに要する時間や処理の回数に基づいて設定されるものである。したがって、カウンタC1、C2のいずれかが閾値Cref以上のときには、燃料電池システム20に異常が発生していると判断し、異常を操作者に知らせるためにインジケータ68を点灯し（ステップS118）、燃料電池30などの保護のために燃料電池システム20の運転を停止して（ステップS120）、本ルーチンを終了する。なお、カウンタC1、C2のいずれもが閾値Cref未満のときには、まだ燃料電池システム20に異常が発生していると判定できないとして本ルーチンを終了する。

【0047】以上説明したように実施例の燃料電池システム20によれば、図3の加湿制御ルーチンを実行することにより、電解質膜32の加湿状態の判定結果に基づいて電解質膜32の加湿状態を制御することができる。例えば、燃料ガス加湿器23や酸化ガス加湿器25の加湿量を増減することにより電解質膜32の加湿不足や加湿過剰を解消することができる。また、圧力調節バルブ27、28を締め込んだり開いたりして燃料電池30内の燃料ガスや酸化ガスのガス圧Pを高くしたり低くしたり燃料ガスや酸化ガスの中の水蒸気圧を増減して電解質膜32の加湿不足や加湿過剰を解消することができる。さらに、冷却装置50の冷却水用ポンプ54による冷却水の循環流量を増減して燃料電池30の運転温度を低くしたり高くしたり燃料ガスや酸化ガスの中の水蒸気圧を高くしたり低くしたりして電解質膜32の加湿不足や加湿過剰を解消することができる。あるいは、燃料ガス供給装置22や酸化ガス供給装置24から燃料電池30に供給される燃料ガスや酸化ガスの供給量を増減して電解質膜32の水分の蒸発を促進したり抑制したりして電解質膜32の加湿不足や加湿過剰を解消することができる。

【0048】また、実施例の燃料電池システム20によれば、図3の加湿制御ルーチンを実行することにより、繰り返して電解質膜32の加湿不足や加湿過剰を解消する処理を行なったにも拘わらず電解質膜32の加湿不足や加湿過剰が解消されないときに、燃料電池システム20に異常が発生していると判定し、操作者に知らせると共



に燃料電池システム20の運転を停止することができる。この結果、操作者は異常を迅速に知ることができ、異常が発生した状態で燃料電池システム20が運転されることによって生じる燃料電池システム20の破損などを防止することができる。

【0049】次に、図3のステップS100の処理、すなわち電解質膜32の加湿状態を判定する処理について説明する。図4ないし図7はいずれも電解質膜32の加湿状態を判定する加湿状態判定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。図3のステップS100ではこれらの四つの加湿状態判定処理ルーチンのうちのいずれか一つの加湿状態判定処理ルーチンを実行するものとしてもよく、複数の加湿状態判定処理ルーチンを組み合わせて実行するものとしてもよい。また、これらの各処理ルーチンの一つ又は複数を図3の加湿制御ルーチンが実行される毎に順次代えて行なうものとしてもよい。以下、各加湿状態判定処理ルーチンについて説明する。

【0050】図4の加湿状態判定処理ルーチンが実行されると、CPU62は、まず電流計42により検出される燃料電池30の出力電流 $I$ と、抵抗値検出器48により検出される燃料電池30の抵抗 $R$ とを読み込む処理を実行する(ステップS200)。そして、読み込んだ電流 $I$ と所定電流 $I_{set}$ と比較し(ステップS202)、電流 $I$ が所定電流 $I_{set}$ に一致しないときには、ステップS200の電流 $I$ と抵抗 $R$ とを読み込む処理に戻る。ここで、所定電流 $I_{set}$ は、燃料電池30から出力される電流としては大きくもなく小さくもない一般的な電流として設定されるものである。したがって、燃料電池30から出力される電流 $I$ は頻繁に所定電流 $I_{set}$ に一致する。

【0051】電流 $I$ が所定電流 $I_{set}$ に一致すると抵抗 $R$ を前回抵抗 $R_0$ に代入し(ステップS204)、再び抵抗値検出器48により検出される燃料電池30の抵抗 $R$ を読み込む処理を実行する(ステップS206)。そして読み込んだ抵抗 $R$ から前回抵抗 $R_0$ を減じたものを微小時間 $\Delta t$ で割って、微分値 $dR/dt$ を算出する(ステップS208)。ここで、微小時間 $\Delta t$ は、電流 $I$ が所定電流 $I_{set}$ に一致するときのステップS200の抵抗 $R$ の読み込みからステップS206の抵抗 $R$ の読み込みまでに要した時間として設定されるものであり、電子制御ユニット60のCPU62の性能やCPU62によって並列処理される程度などにより定められる。なお、微分値 $dR/dt$ は、微小時間 $\Delta t$ における燃料電池30の抵抗 $R$ の変化であるから厳密には微分値ということができないが、厳密な微分値に近い値となることは容易に想到されるから、本実施例では微分値と言うことにする。

【0052】微分値 $dR/dt$ を計算すると、計算した微分値 $dR/dt$ が閾値 $\alpha$ と閾値 $\beta$ とにより設定される適正加湿範囲にあるか否かの判定を行なう(ステップS

210)。電解質膜32が加湿不足のときにはそのプロトン導電性が低くなり、電解質膜32の加湿状態の僅かな差に対する反応は鈍くなるから、微分値 $dR/dt$ は小さな値となる。一方、電解質膜32が加湿過剰のときにはそのプロトン導電性が高くなり、電解質膜32の加湿状態の僅かな差に対する反応も素早くなるから、微分値 $dR/dt$ は大きな値となる。したがって、電解質膜32の加湿状態が適正範囲にあるときの微分値 $dR/dt$ を求め、その下限を閾値 $\alpha$ とすると共にその上限を閾値 $\beta$ として適正加湿範囲設定し、算出した微分値 $dR/dt$ をこの範囲と比較することにより電解質膜32の加湿状態を判定することができるのである。

【0053】算出した微分値 $dR/dt$ が適正加湿範囲にあるときには「適正加湿」を判定結果とし(ステップS212)、微分値 $dR/dt$ が閾値 $\alpha$ 以下のときには「加湿不足」を判定結果とし(ステップS214)、微分値 $dR/dt$ が閾値 $\beta$ 以上のときには「加湿過剰」を判定結果として(ステップS216)、本ルーチンを終了する。

【0054】以上説明した図4の加湿状態判定処理ルーチンを実行する実施例の燃料電池システム20によれば、燃料電池30から出力される電流 $I$ と燃料電池30の抵抗 $R$ とに基づいて電解質膜32の加湿状態を判定することができる。しかも、燃料電池30の抵抗 $R$ は電解質膜32の加湿状態を直接的に反映するから、電解質膜32の加湿状態をより正確に判定することができる。

【0055】次に、図5に例示する加湿状態判定処理ルーチンについて説明する。このルーチンが実行されると、CPU62は、まず酸化ガス供給装置24により燃料電池30に供給される酸化ガスの供給量を増加する処理を実行し(ステップS300)、電流計42により検出される燃料電池30から出力される電流 $I$ が所定電流 $I_{set}$ に一致するまで、電流 $I$ と電圧計40により検出される燃料電池30から出力される電圧 $V$ とを読み込む処理と読み込んだ電流 $I$ を所定電流 $I_{set}$ と比較する処理とを繰り返す(ステップS301、S302)。ここで、所定電流 $I_{set}$ は図4の加湿状態判定処理ルーチンにおける所定電流 $I_{set}$ と同一である。

【0056】電流 $I$ が所定電流 $I_{set}$ に一致すると電圧 $V$ を前回電圧 $V_0$ に代入し(ステップS304)、再び電圧計40により検出される燃料電池30の電圧 $V$ を読み込む処理を実行する(ステップS306)。そして読み込んだ電圧 $V$ から前回電圧 $V_0$ を減じたものを微小時間 $\Delta t$ で割って、微分値 $dV/dt$ を算出する(ステップS308)。ここで、微小時間 $\Delta t$ は、電流 $I$ が所定電流 $I_{set}$ に一致するときのステップS301の電圧 $V$ の読み込みからステップS306の電圧 $V$ の読み込みまでに要した時間として設定されるものであり、電子制御ユニット60のCPU62の性能やCPU62によって並列処理される程度などにより定められるのは、図

17

4の加湿状態判定処理ルーチンにおける微小時間 $\Delta t$ と同様である。なお、微分値 $dV/dt$ についても微分値 $dR/dt$ と同様に厳密性を欠く点もあるが同様に微分値と言うことにする。

【0057】微分値 $dV/dt$ を計算すると、計算した微分値 $dV/dt$ が閾値 $\gamma$ と閾値 $\delta$ とにより設定される適正加湿範囲にあるか否かの判定を行なう(ステップS310)。酸化ガスの供給量が増加されることにより電解質膜32の水分の蒸発が促進されるから、電解質膜32が加湿不足のときには更に加湿不足となってもプロトン導電性に余り変化が生じないから微分値 $dV/dt$ は小さな値となる。一方、電解質膜32が加湿過剰のときには酸化ガスの供給量の増加により電解質膜32の水分の蒸発が促進されて適正加湿に近くなるからプロトン導電性の変化も大きくなり微分値 $dV/dt$ も大きな値となる。したがって、電解質膜32の加湿状態が適正範囲にあるときの微分値 $dV/dt$ を求め、その下限を閾値 $\gamma$ とすると共にその上限を閾値 $\delta$ として適正加湿範囲設定し、算出した微分値 $dV/dt$ をこの範囲と比較することにより電解質膜32の加湿状態を判定することができるのである。

【0058】算出した微分値 $dV/dt$ が適正加湿範囲にあるときには「適正加湿」を判定結果とし(ステップS312)、微分値 $dV/dt$ が閾値 $\gamma$ 以下のときには「加湿不足」を判定結果とし(ステップS314)、微分値 $dV/dt$ が閾値 $\delta$ 以上のときには「加湿過剰」を判定結果として(ステップS316)、本ルーチンを終了する。

【0059】以上説明した図5の加湿状態判定処理ルーチンを実行する実施例の燃料電池システム20によれば、酸化ガスの燃料電池30への供給量を増加したときの燃料電池30から出力される電流Iと燃料電池30から出力される電圧Vとに基づいて電解質膜32の加湿状態を判定することができる。

【0060】この図5の加湿状態判定処理ルーチンでは、酸化ガスの燃料電池30への供給量だけを増加したが、この酸化ガスの燃料電池30への供給量の増加に伴って燃料ガスの燃料電池30への供給量を増加するものとしてもよい。

【0061】次に、図6に例示する加湿状態判定処理ルーチンについて説明する。このルーチンが実行されると、CPU62は、まず電圧計40により検出される燃料電池30から出力される電圧Vを読み込み(ステップS400)、読み込んだ電圧Vを前回電圧V0に代入する(ステップS402)。そして、酸化ガスの燃料電池30への供給量を増加して(ステップS404)、再び電圧計40により検出される燃料電池30の電圧Vを読み込む処理を実行する(ステップS406)。そして、読み込んだ電圧Vから前回電圧V0を減じて電圧偏差 $\Delta V$ を算出する(ステップS408)。

18

【0062】電圧偏差 $\Delta V$ を算出すると、この電圧偏差 $\Delta V$ の値が負の値になっているかを調べ(ステップS410)、電圧偏差 $\Delta V$ が値0以上のときには「適正加湿」を判定結果とし(ステップS412)、電圧偏差 $\Delta V$ が負の値のときには「加湿不足」を判定結果として(ステップS414)、本ルーチンを終了する。この判定は、酸化ガスの燃料電池30への供給量が増加されることにより電解質膜32の水分の蒸発が促進されるが、電解質膜32が適正加湿にあるときにはある程度の水分の蒸発が促進されても燃料電池30から出力される電圧Vに変化は見られず、電解質膜32が加湿不足のときには更に加湿不足となって燃料電池30から出力される電圧Vが小さくなることに基づいている。

【0063】以上説明した図6の加湿状態判定処理ルーチンを実行する実施例の燃料電池システム20によれば、酸化ガスの燃料電池30への供給量を増加したときの燃料電池30から出力される電圧Vに基づいて電解質膜32の加湿状態を判定することができる。

【0064】この図6の加湿状態判定処理ルーチンでは、酸化ガスの燃料電池30への供給量だけを増加したが、この酸化ガスの燃料電池30への供給量の増加に伴って燃料ガスの燃料電池30への供給量を増加するものとしてもよい。

【0065】次に、図7に例示する加湿状態判定処理ルーチンについて説明する。この加湿状態判定処理ルーチンを実行する燃料電池システム20では、燃料電池30に取り付けられている電圧計40が燃料電池30を構成する各単電池31の電圧を検出できるものである必要がある。以下、電圧計40は、燃料電池30の各単電池31の電圧Vを検出するものとして説明する。

【0066】この図7の加湿状態判定処理ルーチンが実行されると、CPU62は、まず電圧計40により検出される燃料電池30を構成する各単電池31の電圧Vを読み込み(ステップS500)、読み込んだ各電圧Vの分散 $\sigma 0$ を計算する(ステップS502)。続いて、酸化ガスの燃料電池30への供給量を増加して(ステップS504)、再び電圧計40により検出される各単電池31の電圧Vを読み込み(ステップS506)、読み込んだ各電圧Vの分散 $\sigma 1$ を計算する(ステップS508)。

【0067】そして、計算した分散 $\sigma 0$ と $\sigma 1$ とを比較して(ステップS510)、分散 $\sigma 0$ が分散 $\sigma 1$ 以下のときには「適正加湿」を判定結果とし(ステップS512)、分散 $\sigma 0$ が分散 $\sigma 1$ より大きいときには「加湿過剰」を判定結果として(ステップS514)、本ルーチンを終了する。この判定は、酸化ガスの燃料電池30への供給量が増加されることにより電解質膜32の水分の蒸発が促進されることにより、加湿過剰の状態にある電解質膜32が適正加湿状態に近づき、各単電池31の電圧Vのバラツキが小さくなることに基づいている。

【0068】以上説明した図7の加湿状態判定処理ルーチンを実行する実施例の燃料電池システム20によれば、酸化ガスの燃料電池30への供給量を増加する前後の燃料電池30を構成する各単電池31の電圧Vのバラツキに基づいて電解質膜32の加湿状態を判定することができる。

【0069】この図7の加湿状態判定処理ルーチンでは、燃料電池30を構成する各単電池31の電圧Vのバラツキ（分散）より電解質膜32の加湿状態を判定したが、燃料電池システム20を複数の単電池31からなる複数の電池モジュールにより構成し、各電池モジュールの電圧のバラツキ（分散）に基づいて電解質膜32の加湿状態を判定するものとしてもよい。また、図7の加湿状態判定処理ルーチンでは、酸化ガスの燃料電池30への供給量だけを増加したが、この酸化ガスの燃料電池30への供給量の増加に伴って燃料ガスの燃料電池30への供給量を増加するものとしてもよい。

【0070】以上、本発明の実施の形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例である燃料電池システムの構成の概略を示す構成図である。

【図2】 燃料電池30を構成する単電池31の概略構成を示す構成図である。

【図3】 実施例の燃料電池システム20の電子制御ユ

ニット60により実行される加湿制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図4】 実施例の燃料電池システム20の電子制御ユニット60により実行される加湿状態判定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図5】 実施例の燃料電池システム20の電子制御ユニット60により実行される加湿状態判定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

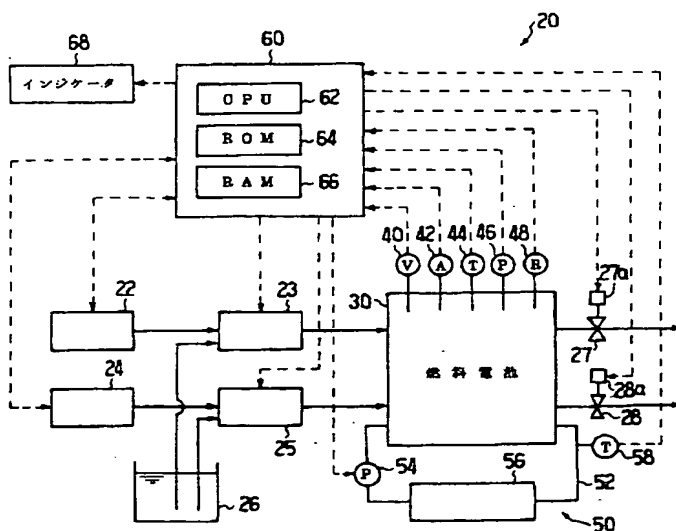
【図6】 実施例の燃料電池システム20の電子制御ユニット60により実行される加湿状態判定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図7】 実施例の燃料電池システム20の電子制御ユニット60により実行される加湿状態判定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

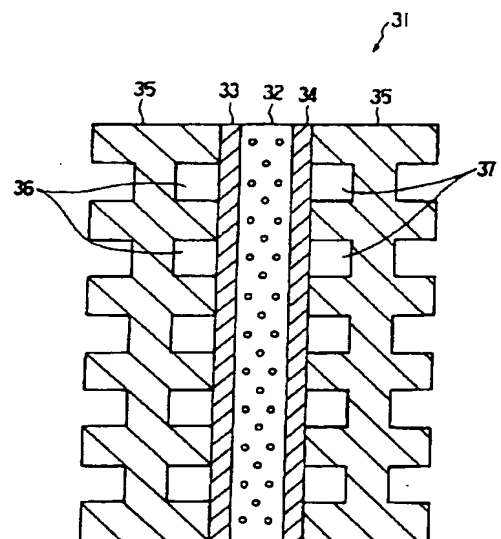
#### 【符号の説明】

20 燃料電池システム、22 燃料ガス供給装置、23 燃料ガス加湿器、24 酸化ガス供給装置、25 酸化ガス加湿器、26 水タンク、27、28 圧力調節バルブ、27a、28a アクチュエータ、30 燃料電池、31 単電池、32 電解質膜、33 アノード、34 カソード、35 セパレータ、36、37 流路、40 電圧計、42 電流計、44 燃料電池温度センサ、46 圧力センサ、48 抵抗値検出器、50 冷却装置、52 冷却水管路、54 冷却水用ポンプ、56 熱交換器、58 冷却水温度センサ、60 電子制御ユニット、62 CPU、64 ROM、66 RAM、68 インジケータ。

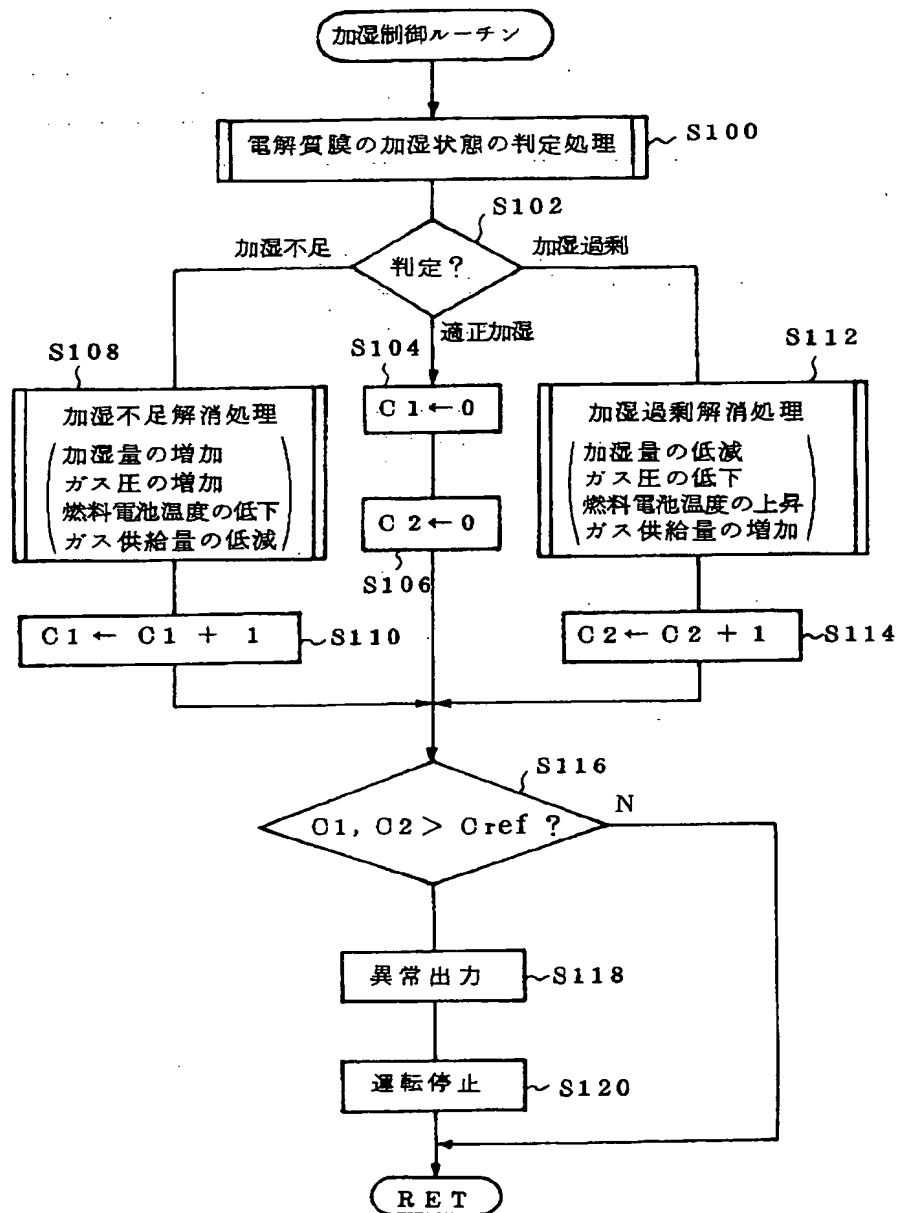
【図1】



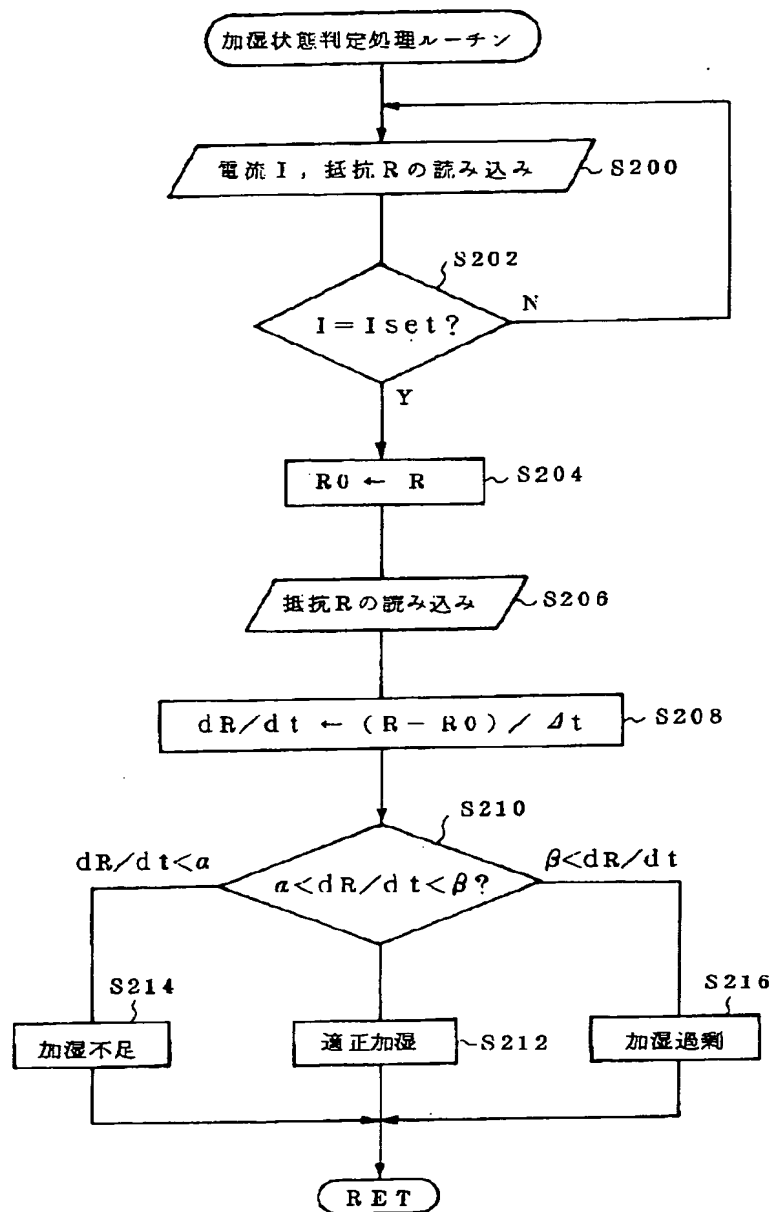
【図2】



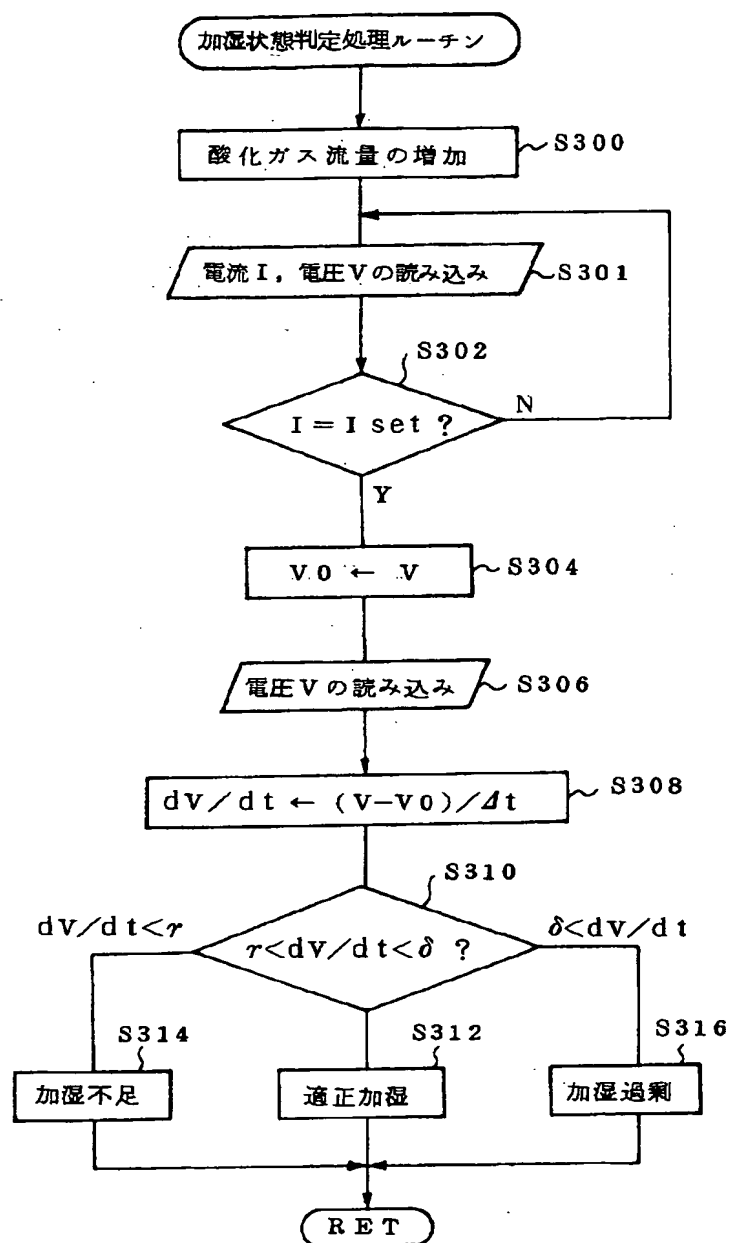
【図3】



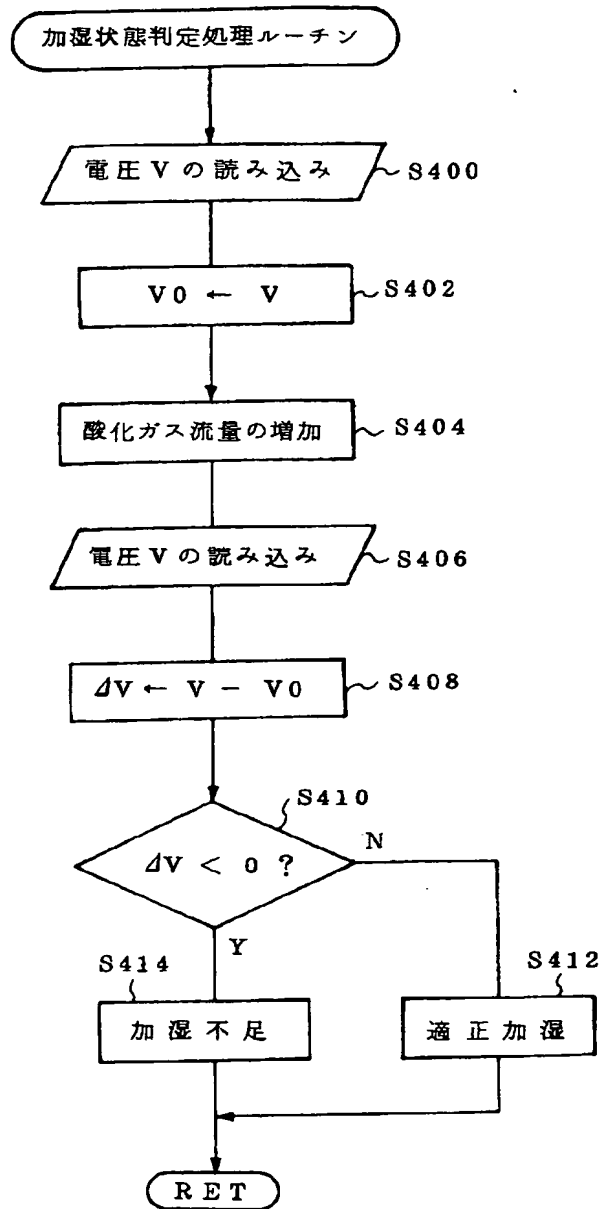
【図4】



【図5】



【図6】





【図7】

